

Quick Search

Advanced Search

Number Search

Last Results list

My patents list

Classification Search

Get assistance

Why are some tabs deactivated for certain documents?

Why does a list of documents with the heading "Also published as" sometimes appear, and what are these documents?

What does A1, A2, A3 and B stand for after an EP publication number in the "Also published as" list?

What is a cited document?

Why do sometimes find the abstract of a corresponding document?

Why isn't the abstract available for XP documents?

What is a mosaic?

Electromagnetic actuator with torsion spring connected to lever by tube and extending partly into tube

Publication number: DE19955054

Publication date: 2000-08-17

Inventor: LEIBER HEINZ (DE)

Applicant: LEIBER HEINZ (DE)

Classification: F01L9/04; H01F7/14; F01L9/04; H01F7/08; (IPC1-7): H01F7/121; F01L9/04; H01F7/13; H01F7/14

European: F01L9/04; H01F7/14

Application number: DE19991055054/19991115

Priority number(s): DE19991055054/19991115; DE19981054019 19981116

View INPADOC patent family

Abstract of DE19955054

Electromagnetic actuator has movable armature (17) with lever (1), supporting armature or forming armature, connected to rotatable tube (2). Spring (16) acts on lever or armature to bring lever or armature to intermediate location without energizing current. Movement of armature causes valve (6) of a combustion engine to be driven. Spring is torsion spring (16) connected with tube or part of lever of actuator and spring runs partly into tube

Report a data error here

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 55 054 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 01 F 7/121**  
H 01 F 7/14  
H 01 F 7/13  
F 01 L 9/04

21 Aktenzeichen: 199 55 054.9  
22 Anmeldetag: 15. 11. 1999  
43 Offenlegungstag: 17. 8. 2000

DE 199 55 054 A 1

66 Innere Priorität:  
198 54 019. 1 16. 11. 1998

71 Anmelder:  
Leiber, Heinz, 68766 Hockenheim, DE

74 Vertreter:  
LENZING GERBER Patentanwälte, 40470  
Düsseldorf

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

- 54 Elektromagnetischer Antrieb
- 57 Es wird ein elektromagnetischer Antrieb beschrieben, der einen elektromagnetisch hin- und herbewegbaren Anker aufweist, wobei der Anker von einem Hebel getragen wird oder einen Hebel bildet. Durch die Bewegung des Ankers und damit des Hebels wird ein Element, insbesondere das Ventil eines Verbrennungsmotors angetrieben. Zur Lagerung des Ankers ist der Hebel oder der Anker selbst mit einem schwenkbar gelagerten Rohr verbunden. Zur wenigstens teilweisen Erzeugung von den Anker in eine Zwischenstellung stellenden Federkräften ist eine Torsionsfeder vorgesehen, die mit dem Rohr verbunden ist und wenigstens teilweise im Rohr verläuft.

DE 199 55 054 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Antrieb mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Ein derartiger Antrieb ist aus der DE 196 28 860 A1 bekannt.

Das oberste Ziel bei der Auslegung solcher Antriebe besteht darin, möglichst geringe Verluste im Luftspalt und im Eisenkreis der Elektromagnete und ein möglichst geringes Gewicht der beweglichen Masse zu erreichen.

Der eingangs genannte Stand der Technik bildet deshalb den Anker als schwenkbaren Ankerhebel aus. Zusätzlich wird dort das Verhältnis des Abstands des Ankerzentrums vom Schwenkpunkt des Hebels zu dem Abstand der Einwirkung auf das anzutreibende Element vom Schwenkpunkt kleiner 1 gewählt. Schließlich ist in der DE 196 28 860 A1 ein schwenkbar gelagertes Rohr vorgesehen, mit dem der Ankerhebel verbunden ist.

Bei diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine besonders günstige Lagerung für den Anker und eine günstige Unterbringung wenigstens von Teilen der Federkräfte zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnende Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung, wobei die Ausbildung der Magnete und des Ankers als langer Magnet gemäß Anspruch 9 von besonderer Bedeutung ist.

Die DE 196 28 860 A1 beinhaltet ein System mit Ankerhebel, bei dem der Drehstab zugleich als Lagerstelle für den Ankerhebel verwendet wird. Dabei erfährt der Drehstab eine zusätzliche Biegebelastung. Insbesondere bei der Dimensionierung eines langen Magneten mit entsprechend langem Anker ist dies kritisch; erfindungsgemäß wird deshalb der Anker über einen oder mehrere Ankerhebel mit dem Rohr verbunden, welches beidseitig gelagert ist und die Lagerkräfte aufnimmt. Der Drehstab befindet sich im Inneren des Rohres und ist völlig entlastet von zusätzlichen Biegekräften.

Wenn die Antriebskräfte durch extrem kleine Flugzeiten sehr hoch bemessen werden, reicht aus Gründen der begrenzten Dauertorsionsfestigkeit ein Drehstab nicht mehr aus. Alternativ kann wie erwähnt eine Druck- oder Zugfeder parallel geschaltet werden, was allerdings höhere effektive Massen bedeutet. Als Alternative kann auch ein oder mehrere parallel geschaltete, weiterer Drehstab verwendet werden. Dabei kann dessen Kraft auf die Ventilankoppelung über ein Gelenk oder eine Blattfeder übertragen werden. Diese Lösung hat eine Reduzierung der beweglichen Massen als Vorteil.

Um die getrennte, beidseitige Lagerung des zweiten Drehstabes einzusparen, kann dieser über ein Verbindungsglied zum Rohr des ersten Drehstabes gelagert werden. Für die Ausbildung des Antriebs mit langen Magneten und langem Anker sprechen folgende Überlegungen. Grundsätzlich wird die Ankermasse bestimmt durch die Anforderungen nach maximaler Kraft. Die begrenzende Größe ist hier die Kraftflußdichte im Eisenkreis, bei der Sättigung eintritt. Die Ankerdimensionierung wird bestimmt durch die gesamte Jochbreite und die Jochlänge. Die gesamte Jochbreite wird wiederum bestimmt durch den Abstand zwischen den beiden Schenkeln, der nach den Gesichtspunkten von magnetischen Streuverlusten dimensioniert wird. Insgesamt soll die gesamte Jochbreite möglichst klein gehalten werden. Die Ankerdicke entspricht ungefähr der Breite des Jochschenkels. Nun ist eine Optimierung des Ankergewichts dadurch möglich, daß die Jochbreite möglichst schmal gewählt wird bei möglichst großer Jochtiefe. Zur Minimierung des Gewichtes kommt hier ein Verhältnis von

Jochtiefe zur gesamten Jochbreite zustande, welches außerordentlich für Magnete. Herkömmliche Magnete werden in der Regel so dimensioniert, daß etwa ein quadratisches Verhältnis von Breite zur Länge entsteht. Um minimales Ankergewicht zu erreichen wird bei der Erfindung, ein Verhältnis gewählt, welches jenseits des Faktors 1,5, insbesondere größer 2 vorzugsweise größer 3 ist. Es entsteht hier ein relativ langer und dünner Anker, der entsprechend gelagert werden muß. Durch die Dimensionierung eines langen Magneten läßt sich der Magnet überdimensionieren, was besondere Vorteile hat, z. B. für den Öffnungsmagnet, das Auslaßventil oder Schließmagnet des Einlaßventils, welche die Gaskräfte zu überwinden haben.

Neben der Längenausdehnung des Ventils und des Zylinderkopfes muß das System justierbar sein auf relativ große Toleranzen des Ventils, des Ventilsitzes, des Zylinderkopfes und des Gehäuses des Antriebs. Hierzu wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das Gehäuse um die Drehachse des Ankerrohres oder auch des Drehstabes drehbar ist. Das Gehäuse liegt in einem Lagerbett und wird über ein federndes Gegenlager fixiert. Die Justage erfolgt z. B. durch zwei Muttern, wobei eine Mutter den sogenannten Amboß darstellt und zur Einstellung verstellt wird und die zweite Mutter zur Feststellung verwendet wird.

Eine Weiteroptimierung besteht in einer Gestaltung des Magnetkreises in der Art, daß kernorientiertes Material eingesetzt werden kann, welches kostengünstig ist und erst bei Kraftflußdichten von in der Gegend um 1,9 Teslar in die Sättigung kommt. Normales Magnetmaterial weist bei beginnender Sättigung eine Kraftflußdichte von 1,4 Teslar auf. Damit ist eine erhebliche Kraftsteigerung pro Flächeneinheit möglich, was kleinere Magnete und geringere Ankermassen zur Folge hat.

Ein langer Magnet mit großer Polfläche hat aber Nachteile in der Induktivität und damit dem Zeitverhalten. Daher wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, den Jochschenkel zu teilen und zwei Spulen einzusetzen. Die beschriebene Bauform des langen Magneten hat außerdem den Vorteil, daß die Baubreite relativ gering ist, was wiederum einen relativ niedrigen Zylinderkopf erlaubt. Ein kostentreibender Faktor ist die Spulenauslegung. Oft wird zum Einbringen der Spulen in den Magnetkreis das Joch geteilt, was an den Stoßstellen Verluste bedeutet. In der erfindungsgemäßen Ausführung werden die Spulen so gestaltet, daß sie in dem Fenster zwischen den beiden Jochschenkeln eingeführt werden können. Dementsprechend ist die maximale Breite bemessen.

Ein besonderes Problem, stellen die Anforderungen an kleine Zeitkonstanten bei relativ großen Magneten mit entsprechender Induktivität dar. Eine kleine Zeitkonstante ist erforderlich zur Stellungsregelung, damit erreicht wird, daß das Ventil mit kleiner Geschwindigkeit aufsetzt. Dazu ist es notwendig, daß der Magnetkreis schnell auf die entsprechenden Regelsignale reagiert. Das wird dadurch gelöst, daß wie oben erwähnt durch die Jochunterteilung mehrere Spulen verwendet und parallel geschaltet werden. Es können zum Beispiel jeweils vier Spulen vorgesehen sein, die durch Parallelschaltung zusammen geschaltet sind. Da diese Spulen im Vergleich zu einer Spule die selbe Zeitkonstante haben, ist bei vier Spulen in weniger als einem Viertel der Zeit die notwendige Durchflutung erreicht. Die Aufgabe der Magnete ist, einmal das Aufbringen der Hubarbeit zur Abdeckung der mechanischen und der Gasverluste.

Andererseits soll durch den Anker in seinen Endstellungen eine geschlossene oder eine offene Ventilstellung erreicht werden. Über 70 Prozent des Arbeitstaktes wird für die Schließstellung benützt. Um die notwendige Halteenergie klein zu halten wird der Spulenstrom getaktet. Es kann aber auch eine gesonderte Haltespule verwendet werden.

Durch diese Haltespule mit entsprechend großer Windungszahl läßt sich die Halteenergie, d. h. die Leistung drastisch reduzieren. Um die Wärmeabfuhr günstig zu gestalten sind die Spulen relativ dünn und durch die Vorteile des langen Magneten mit relativ großer Oberfläche versehen. Zusätzlich können Füllstücke zwischen Joch und Spulenkörper zur besseren Wärmeabfuhr eingebracht werden. Diese Füllstücke können lamelliert und aus gut wärmeleitenden Material sein, aber es kann auch Magnetmaterial zur Reduzierung der Eisenverluste verwendet werden. Es ist auch eine Kombination von beiden Möglichkeiten gegeben. Die Spulen sind vorzugsweise in den Grundkörper eingebettet, sie können fallweise auch dort eingegossen werden.

Ein großes Problem besteht in der Beherrschung der unterschiedlichen Längenausdehnungen, die Zylinderkopf und Ventil während der Aufheizung erfahren. Nach dem Stand der Technik werden häufig hydraulische Elemente zum Spielausgleich eingesetzt oder Magnete mit großen Luftspalt verwendet. Die hydraulischen Spielausgleichelemente sind sehr aufwendig und sind im Spielausgleich begrenzt, da sonst die Gefahr besteht, daß der Antrieb außerhalb seiner Mittellage betrieben wird. Es kann jedoch auch eine Überhubfeder nach dem eingangs erwähnten Stand der Technik verwendet werden. Bei zusätzlicher Verwendung einer Temperaturkompensation im Gehäuse oder im Ventil ist der Überhub relativ gering, z. B. auf wenige Zehntel beschränkt und wirkt sich bei einem relativ kleinen Übersetzungsverhältnis vom Magnet zur Ventilachse nicht sehr stark auf die Halteenergie aus. Diese Überhubfeder hat den Vorteil, daß beim Aufsetzen, d. h. Schließen des Ventils im Wesentlichen nur die Ventilmasse als Stoßbelastung wirkt. Durch die Überhubfeder ist die restliche Masse abgekoppelt. Vorzugsweise wird die Überhubfeder so gestaltet, daß ein Großteil der Massenanteile auf kleinem Hebelarm sitzt und damit nicht direkt in die effektive Masse eingeht. Gleichzeitig kann der Magnet auf kleineren Restluftspalt gefahren werden. Der Restluftspalt muß so groß bemessen werden, daß er auftretenden Ventilverschleiß und eine Temperatureausdehnung verkraftet, ohne daß der Anker voll aufliegt. Wenn der Anker aufliegt bevor das Ventil schließt, wäre keine Ventildichtheit gegeben.

Zur Übertragung der Antriebskraft vom Anker auf das Ventil gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die geringste Magnetkraft und bewegte Massen und damit auch Energie erfordert eine direkte Ankopplung des Ventils an die Ankerbewegung.

Es ist jedoch auch möglich, das Ventil über eine eigene, konventionelle Ventildruckfeder zu entkuppeln. Hierbei kann die Torsionsfeder und eine Zug- oder Druckfeder die notwendige Gegenkraft liefern. Diese Lösungen bieten Vorteile in der Montage, sind aber nachteilig wegen größeren bewegten Massen, höheren Magnetkräften und höherem Energiebedarf.

Anhand der Ausführungsbeispiele wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines elektromagnetischen Antriebs,

Fig. 1a ein Detail der Fig. 1,

Fig. 2a und 2b den Aufbau und die Lagerung des Ankers,

Fig. 3 den elektromagnetischen Antrieb der Fig. 1 in perspektivischer Darstellung, -

Fig. 4 die Aufteilung der Joche eines Elektromagneten Fig. 5. 5a und 5b alternative Antriebsmöglichkeiten für den Ventilschaft,

Fig. 6 und 7 besondere Ankerbildungen,

Fig. 8a bis e verschiedene Anordnungen mit zwei Torsionsfedern und

Fig. 9 eine weitere Variante des Aufbau eines elektromagnetischen Antriebs.

In Fig. 1 ist ein Ankerhebel 1 mit einem Rohrstück 2 verbunden. Er überträgt die Kräfte zur Betätigung des Ventils über eine Überhubfeder 3 auf das Lagergehäuse 1f mit einem Lager 4 auf den Ventilschaft 6. Der Ventilschaft weist zwei biegsame Ventilschaftteile 6a und 6b auf. Die Überhubfeder 3 benötigt eine Vorspannung; diese kann über ein Einstellstück, zum Beispiel einen Exzenter 5, eingestellt werden. Ein zweiter Anschlag 5a begrenzt den Überhub. Die Funktion der Überhubfeder ist in dem eingangs genannten Stand der Technik näher beschrieben.

Die Magnetsysteme bestehen aus einem Schließmagneten 7 und einem Öffnungsmagneten 8. In dem Ausführungsbeispiel ist der Öffnungsmagnet 8 größer als der Schließmagnet ausgebildet, weil er beim Auslaßventil zum Öffnen eine größere Hubarbeit für die Überwindung der Gaskräfte erzeugen muß. Die beiden Magnetjochs 7c sind einteilig ausgebildet und aus kernorientiertem Material gefertigt, welches geringe Eisenverluste bei großen Kraftflußdichten ermöglicht. In der Zone 7a und 8a hat das Joch eine Aufspreizung auf größere Querschnitte. In den Jochschenkeln kann mit einem kleineren Querschnitt und der kernorientierten optimalen Flußrichtung gearbeitet werden. Die Magnete besitzen je zwei Doppelspulen 9 und 10. Diese Doppelspulen sind pro Jochschenkel zweimal vorhanden, weil das Joch geteilt ist und sie sind parallel geschaltet, um eine geringere Induktivität zu ermöglichen und damit ein schnelleres Zeitverhalten zu erhalten.

Fig. 4 zeigt die Jochgestaltung mit einem unterteilten und einem geschlossenen Schenkel. Die unterteilten Schenkelteile werden von zwei Doppelspulen umfaßt. Hierzu können eine oder auch zwei Endstufen verwendet werden. Die Spulen 13d und 13e werden parallel geschaltet. Es ist jedoch auch denkbar, daß diese ganz oder teilweise zur Abbremsung des Ankers kurz geschlossen werden.

Auf dem nicht unterteilten Schenkel 7c des Joches 7b ist eine Haltespule 13c untergebracht.

Die Magnete 7 und 8 sind jeweils über einen Zentrierstift 12 fixiert. Dieser ragt beidseitig in zwei Gehäuseplatten hinein, von denen nur die hintere Platte 13 sichtbar ist. Die Magnete werden über relativ lange Bolzen 14 gespannt, wobei der Bolzen zwischen den Jochen nicht magnetisch sein darf. Die Verspannung erfolgt nachdem das Magnetjoch auf den Anker angepaßt ist, damit homogene Luftspalte entstehen. Eine bessere Wärmeableitung für die Magnetspulen erfolgt durch eine entsprechende Formgestaltung der Platten. Damit beidseitig eine gute Wärmeabfuhr erfolgt, werden die Spulen von entsprechenden Erhebungen bzw. Füllstücke 15 der Grundplatten 13 und 13a begrenzt.

Der gesamte Antrieb ist beidseitig in Lagerschalen bestehend aus Stegen 20 des Aktuatorkastens 21 gelagert. Dieser Steg ist hinter dem Magneten 8 gestrichelt dargestellt. Das Gegenlager wird durch entsprechende Aussparungen in dem Gehäuse gebildet.

Das federnde Gegenlager 22 wird mit zwei Schrauben 23 am Aktuatorkasten 21 befestigt. In diesem Aktuatorgehäuse sind alle Antriebe einer Zylinderbank untergebracht.

Das Aktuatorgehäuse 21 wird über zwei Muttern verstellt und fixiert. Dieser Arm ist hinter dem Ventilschaft 6, 6a und der Zentrierung der Ventilgabel 6b gestrichelt gezeichnet und in Fig. 1a vergrößert dargestellt. Der Auslegearm 24 des Gehäuses 13 ist von zwei Muttern 25 eingespannt. Zur Verstellung werden diese auf der Schraube 26 verdreht bis über den Hubsensor 27 die richtige Justage von Ventil und Ankerposition sichergestellt ist. Zur Fixierung wird die obere Mutter gekontert. Als Alternative sind auch z. B. zwei Schrauben denkbar, wobei wiederum die erste Schraube den

Amboß für das Gehäuse bildet und die zweite Schraube zur Feststellung benutzt wird.

Eine Torsionsfeder 16 liegt in der Bohrung des Ankerrohrs 2. Der Anker ist in der Fig. 2a und 2b näher dargestellt und zeigt das Ankerrohr 2 im Schnitt.

Das Ankerrohr ist mit drei den Ankerhebel darstellenden Hebelteilen 1b bis 1d verbunden. Diese drei Hebelteile umfassen den gezeichneten Anker 17. Dieser Anker 17 ist durch eine Ventilbetätigungseinheit 18 unterbrochen, die im wesentlichen aus der Überhubfeder 3, dem Lagergehäuse 1f und dem Lager 4 besteht. Anker 17 und Ventilbetätigungseinheit 18 werden mit den Hebelteilen verschweißt. Das Rohr 2 ist zur Aufnahme der relativ großen Ankerkräfte beidseitig an Teilen 19 und 19a der Gehäuseplatten 13 und 13a entsprechend Fig. 1 gelagert, vorzugsweise außen. Vorzugsweise werden Wälzlager eingesetzt und die Lager als Außenlager ausgebildet. Durch diese Lagerstellen kann der im Rohr 2 verlaufende Drehstab 16 (Torsionsfeder) völlig von Biegebelastungen entlastet werden. Er ist auf der einen Seite (links) mit dem Rohr 2 verbunden und auf der anderen Seite in dem Teil 19a eingespannt. Es tritt hier kein Axialspiel auf.

In Fig. 2a sind die Länge (Tiefe) I und die Breite b des Ankers eingezeichnet. Entsprechende Maße haben die dem Anker gegenüberliegenden Magnetjochs.

Fig. 2b zeigt eine vereinfachte Ausführung der Ankerbefestigung. Die beiden Ankerteile 1i sind hier mit nur einem Ankerhebel 1e und dem Rohr 2 verschweißt. Die Schweißstellen sind in der üblichen Weise durch keilförmige, dunkel gezeichnete Kerben gekennzeichnet. Der Ankerhebel entspricht der Fig. 5a und 5b.

Fig. 3 zeigt die Anordnung in perspektivischer Darstellung. Das Ankerrohr 2 ist mit den magnetisch leitenden Ankerhebeln 1b bis 1d verbunden. Hier sind auch die Verbindungsstellen zu sehen, die durch Schweißen hergestellt werden. Damit der Magnetfluß der beiden Magnete nicht vom Ankerrohr 2 beeinflußt wird, wird dieses vorzugsweise aus nicht oder schwach leitendem, oder unmagnetischem Material ausgebildet. Das Ankerrohr 2 ist in den Lagerstellen 19 und 19a gelagert und nimmt den Drehstab 16 auf. Auf der linken Bildhälfte ist der lange Magnet 7 zu sehen, der im vorderen Teil aufgeschnitten ist, um das Ventilgelenk 4a zu zeigen. Der Magnet 7 zeigt eine Aussparung 20a für die Unterbrechung des Joches zur Einbringung von je zwei Doppelspulen. Diese Aussparung ist auch nützlich für die Überhubfeder, die bei der Hubbewegung in das Joch hinein ragt. Der Anker ist auch hier mit 17 bezeichnet. Anstelle der vollen Aussparung beider Jochschenkel kann auch ein magnetisch leitendes Füllstück verwendet werden. In dieser Figur ist der Anker mit Abstand zum Ankerrohr 2 gezeichnet. Dieser kann jedoch auch direkt am Ankerrohr, wie in Fig. 2a und 2b gezeigt, anliegen.

Fig. 5 zeigt eine alternative Ventilbetätigung. Das Ventil wird, wie aus dem Stand der Technik bekannt, über eine Druckfeder 30 in Richtung Schließstellung gedrückt. Hier wirkt der Drehstab 16 gegen die Druckfeder. In der gezeichneten Mittellage sind die Federkräfte im Gleichgewicht. Die Kraftübertragung erfolgt über eine mit einem Wälzlager ausgestattete Rolle 31, die mit dem Ankerhebel 1c verbunden ist. Dieser ist durch seine Schenkel leicht federnd gestaltet, um die Stoßkräfte beim Aufsetzen auf den Ventilschaft zu reduzieren.

Zur Unterstützung des Drehstabes 16 kann zusätzlich eine an einem relativ kleinen Hebelarm angelenkte Druckfeder 32 verwendet werden.

Fig. 5a zeigt anstelle der Rolle ein Gleitstück 33, welches in den Anker eingeschweißt ist und an der Gleitstelle oberflächenbeschichtet sein kann. Auch dieses Teil ist zur Redu-

zierung der Stoßbelastung federnd ausgebildet.

Fig. 5b zeigt die Seitenansicht. Zur Reduzierung der Gleitreibung auf dem Ventilschaft kann die Druckfederauflage in einem Kugellager 34 gelagert werden. Dieses und die exzentrische Auflage des Gleitstücks 33 bewirkt eine erwünschte Ventilverdrehung.

Die Antriebe der Fig. 5 und der Fig. 5a und 5b benötigen keine Biegezonon im Ventilschaft, weil sie den durch die Schwenkung des Hebels 1c bewirkten Versatz selbst ausgleichen können.

Zur Kompensation der starken Ventilausdehnung ist das obere Ventilschaftteil 35 aus Material mit geringer Temperatureausdehnung, z. B. Invarstahl hergestellt und mit dem Ventilschaft 36 verbördelt oder verschweißt. Zur besseren Temperatureableitung aus dem Ventilteller ist der hohle Ventilschaft 36137 mit Natrium gefüllt. Durch die Temperaturkompensation ist der Differenzweg zwischen Rolle 31, bzw. Gleitstück 33 und Ventilschaft 36/37 zwischen kaltem und betriebswarmem Ventil erheblich geringer, so daß die Auftreffgeschwindigkeit der Rolle 31 und damit die Lagerbelastung und die Halteenergie erheblich kleiner ist.

Fig. 5c beinhaltet ein Gleitstück 39a, welches drehbar auf einer Welle 39 gelagert ist.

Dieses Gleitstück entspricht dem herkömmlichen Nocken Antrieb über Schwenkhebel.

Dieses kann auch in einer Kugelkalotte gelagert sein, um sich dem Ventilschaftkopf voll anzupassen. Dieses Gleitstück besitzt vorzugsweise eine leichte Klemmung, damit beim Aufsetzen beim Ventilöffnen eine kleine Flächenpressung entsteht.

Die Fig. 6 unterscheidet sich von Fig. 5 nur durch eine andere Gestaltung der Pole 40 des Öffnungsmagneten 41 und einer dazu passenden Gestaltung des Ankers 42. Die Pole 40 sind gestuft, - hier mit zwei Stufen - ausgebildet. Der Anker 42 weist auf der dem Öffnungsmagneten zugewandten Seite eine korrespondierende Stufung auf derart, daß der Anker 42 in die Öffnung der gestuften Pole unter Wahrung kleiner Luftspalte hineinpaßt. Für die gute Wirkung des Magneten 41 sind die Breiten und Tiefen 40a und 42a der Pole 40 und des Ankers 42 wesentlich. Dadurch ist eine Kennlinienformung möglich mit dem Ergebnis, daß die Hubkraft der Magneten bei großen Luftspalten erheblich höher ist. Diese Ausbildung des Magneten 41 ist bei der Lagerung des Ankers mittels des Wälzlagers von besonderer Bedeutung, da im Anker relativ große Querkräfte entstehen durch Toleranzen.

Die Fig. 7 zeigt eine entsprechende Ausbildung der Pole des Schließmagneten 50 und 50a eines Einlaßventilantriebs und des dazu gehörigen Ankers 52.

Die Jochs und der Anker des Öffnungs- und des Schließmagneten eines Stellantriebs insbesondere des Auslaßventilantriebs mit der oben genannten Kennlinienformung gestaltet werden.

In Fig. 8 sind verschiedenen Versionen mit parallel geschalteten zweitem Drehrohr gezeigt. In Fig. 8a ist der auf den Ventilschaft 6 einwirkende Hebel mit 1, der Anker mit 17, das Lagerrohr mit 2 und der Drehstab mit 16 bezeichnet. Es ist ein zweiter Drehstab 16a mit Lagerrohr 2a und eine Hebel 1e vorgesehen, wobei die Federkräfte dieses Drehstabs durch ein Verbindungsglied 60 auf die direkte Ventillankopplung übertragen werden.

In Fig. 8b wirkt entsprechend Fig. 5a ein, Ventildfeder 30 auf den Ventilschaft und die Ankerbewegung wird durch ein Gleitstück 33 auf das Ventil übertragen. Auch hier überträgt ein Verbindungsglied 60 die Kräfte der zweiten Drehfeder 16a.

In Fig. 8c ist die Ventildfeder 30 durch die Drehstabfeder 16a ersetzt, die über das Verbindungsglied 60 unter den Ven-

tilschafteller 61 greift. Die Torsionsfeder 16 wirkt über ein Gleitstück auf den Ventilschaft.

In Fig. 8d ist das Verbindungsglied nicht drehbar am Hebel 1e gelagert, sondern damit starr verbunden. Das Übertragungsglied ist eine Blatfeder 60a, die ebenfalls unter den Ventilschaftteller 61 greift.

In Fig. 8e ist der zweite Hebel 1c nicht an einem Rohr gelagert. Hier ist ein Lagerteil 63 einerseits mit dem Rohr 2 der Drehfeder und andererseits mit einer Lagerstelle des Drehstabs 16a verbunden. Die Querkräfte werden an einem Lagerkopf 64 abgestützt.

Fig. 9 zeigt eine Anordnung, bei der ein Haupthebel 70 durch einen Nebennebel 71 von den beiden Elektromagneten 72 und 73 verschwenkt wird. Die Hebel 70 und 71 sind mit dem Rohr 74 verbunden, in dessen Innern die Torsionsfeder 75 untergebracht ist. Der Nebennebel 71 trägt den Anker oder stellt den Anker dar. Er ist als langer Magnet ausgebildet.

Die Kraftübertragung auf den Ventilschaft 76 erfolgt, ähnlich wie in Fig. 1 über eine bei 77 am Haupthebel 70 befestigte Überhubfeder 78, der am vorderen Ende des Haupthebels 70 zwei Anschläge 79 zur Durchbiegungsbegrenzung zugeordnet sind.

Auch hier ist eine Biegezone 76a im Ventilschaft vorgesehen.

Diese Anordnung weist eine extrem niedrige Bauhöhe auf, bringt eine bessere Ausnutzung der Magnettlänge, hat ein geringes Gewicht und es ist eine Entkopplung der Überhubfeder vom Ankerhebel gegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Antrieb gemäß Anspruch 1 wird der Anker vorzugsweise direkt mit dem Ankerrohr verschweißt. Wesentlich ist auch, wie dies z. B. aus den Fig. 1 und 5 hervorgeht, daß der Einwirkungsbereich des Hebels auf den Ventilschaft außerhalb der Magnete erfolgt. Der Torsionsstab wird vorzugsweise im Rohr und in der Drehstabaufnahme eingepreßt. Diese wird ihrerseits nach der Einstellung mit dem Gehäuse (Seitenplatten) verschweißt.

Es ist im Gegensatz zur Ausdrucksweise des Anspruchs 1 auch möglich, den Anker durch eine Anordnung mit nur einer Wicklung aber mit einer entsprechend ausgebildeten Polanordnung hin und her zu bewegen.

Fig. 11 zeigt verschiedene andere mögliche Ausbildungen für den oder die Elektromagnete als die vorhergehenden Figuren.

Fig. 11a zeigt zwei dreipolige Elektromagnete 100 und 101, die dem Anker 102 gegenüberstehen. Die Fig. 11b und 11c zeigen Aufsichten auf die Magnetpole. Die Wicklung 103 kann entsprechend Fig. 11b oder als Topfwicklung entsprechend Fig. 11c ausgebildet sein. In der Fig. 11d sind wieder zwei dreipolige Elektromagnete gezeigt, wobei hier ein Pol 104 nicht aktiv ist, also nicht zur Hubarbeit beiträgt. Es ist analog dazu auch möglich die Elektromagnete zweipolig auszubilden und dann nur einen aktiven Pol zu benutzen.

Beim Beispiel der Fig. 11e ist nur eine Wicklung 105 vorgesehen, wobei je nach Stellung des Ankers 106 Pole 107 oder 108 wirksam sind. Wird durch die Federkräfte der Anker in die Nähe der Pole 107 oder 108 gebracht, so kann die Wicklung 105 eingeschaltet werden und der Anker wird in Richtung der entsprechenden Pole beschleunigt. Um ein Anschwingen aus der Zwischenstellung zu erreichen, muß entweder die Zwischenstellung unsymmetrisch liegen oder der Pol eines Elektromagneten stärker ausgebildet sein. Schließlich ist in Fig. 11f eine Kombination der Fig. 11e mit der Verwendung nur eines aktiven Pols gezeigt.

Der Magnetkreis 110 der Fig. 11g entspricht einem E-Kern entsprechend Fig. 11a und 11b.

Der Polabstand der äußeren Schenkel 111 und 112 ist

möglichst klein, um die Breite 113a des Ankers 113 klein zu halten. Zur Reduzierung der Streuflüsse zwischen dem Mittelschenkel 114 und den Außenschenkeln und zur Darstellung eines großen Wickelraumes ist der äußere Magnetkreis 115 und 116 aufgeweitet. Der Mittelschenkel 114 besteht vorzugsweise aus kororientiertem Material und ist durch Formschluß, z. B. Schwalbenschwanzführung 117 in das Joch eingesetzt oder mit diesem verschweißt.

Die Ankerdicke entspricht beim E-Magneten ungefähr dem der Dicke der Außenschenkel 115 und 116, der wiederum ca. 50% der Breite des Mittelschenkels 114 hat. Dadurch beträgt die Dicke des Ankers 113 nur etwa 50% der Ankerdicke eines U-Magneten. Ohne spezielle Maßnahmen ist der Polabstand beim E-Magneten größer als beim U-Magneten. Durch die Maßnahme der Polaufweitung kann dieser Nachteil vermindert werden. Die effektive Gewichtersparnis beträgt bei dieser Magnetform ca. 40% im Vergleich zum U-Magneten.

Ein weiterer Vorteil besteht in der Mitverwendung des Mittelschenkels 113 als Kern der Wicklung 119. Dies ist besonders vorteilhaft bei Bandspulen. Damit läßt sich ein ausgezeichneter Füllfaktor erzielen. Dies ist von wesentlicher Bedeutung, da die Verlustleistung der Spule sehr stark vom Winkelraum und Füllfaktor abhängt.

Beim E-Kern bietet sich außerdem an, vier Verspannschrauben 118 im Vergleich zu drei beim U-Kern einzusetzen, was hinsichtlich der Symmetrie der Verspannkkräfte sehr günstig ist.

Hinsichtlich von Ausführungsformen, z. B. entsprechend der Fig. 11 mit zum Anker hin sich annähernden Polen wird angemerkt, daß die Definition gemäß Anspruch 1 Tiefe zur Breite der Joche größer 1,5 usw. sich auf die Jochbreite an den Enden der Joche bezieht und nicht auf die weiter abliegende Jochbreite.

#### Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Antrieb mit einem beweglich gelagerten, elektromagnetisch hin- und herbewegbaren Anker (17), der bei abwechselndem Einschalten der Erregerströme von zwei mehrpoligen Elektromagneten (7, 8) in Endstellungen gebracht wird, einem den Anker (17) tragenden oder den Anker (17) bildenden Hebel (1), der an seinem einen Ende mit einem schwenkbar gelagerten Rohr (2) oder einem, einem Rohr ähnlichen Teil verbunden ist, wobei auf den Hebel (1) oder den Anker (17) entgegengesetzt gerichtete Federmittel (16) einwirken, die ohne Wirkung von Erregerströmen den Hebel (1) oder den Anker (17) in eine Zwischenstellung stellen und durch die Bewegung des Ankers (17) ein Element (6), insbesondere ein Ventil eines Verbrennungsmotors, angetrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Federmittel wenigstens teilweise mindestens eine Torsionsfeder (16, 75) umfassen, die mit dem Rohr (2, 2a, 74) oder Teil oder dem Hebel (1) oder Anker (17) verbunden ist, und daß die Torsionsfeder (16, 75) wenigstens teilweise in dem Rohr (2, 2a, 74) bzw. Teil verläuft.
2. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (2, 2a, 74) oder Teil wenigstens an seinen beiden Enden, vorzugsweise außen, gelagert ist.
3. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Federmittel zusätzlich teilweise außerhalb auf den Hebel oder Anker einwirkende Zug- und/oder Druckfedern umfassen.
4. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Torsionsfeder (16,

75) als Stab mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet ist.

5. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur wenigstens teilweisen Erzeugung der Federkräfte zwei parallel geschaltete Torsionsfedern (16, 16a) vorgesehen sind.

6. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß beide Torsionsfedern (16, 16a) über je ein Lagerrohr (2, 2a) mit einem Hebel (1, 1e) verbunden sind, wobei die über die beiden Hebel (1, 1e) übertragenen Kräfte auf den Ventilschaft einwirken.

7. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Hebel (1) über ein Lagerrohr (2) mit der einen Torsionsfeder (16) verbunden ist und der andere Hebel (1c) direkt mit der anderen Torsionsfeder (16a) verbunden ist.

8. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit dem Ventil verbundene Ventilsfeder (30) vorgesehen ist, deren Federkraft auf den Ventilschaft (36) in Richtung Schließstellung des Ventils einwirkt.

9. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Tiefe zur Breite der Joche der Elektromagnete (7, 8) und das Verhältnis der Länge zur Breite des Ankers (17) größer als 1,5, vorzugsweise größer 3, ist.

10. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (17) über wenigstens einen, vorzugsweise drei, parallel im Abstand zueinander angeordnete Teilhebel (1b, 1c, 1d) mit dem Rohr verbunden ist.

11. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Hebel (1) eine Überhubfeder (3) integriert ist, über die die Ankerbewegung auf ein bewegbares Element (6) übertragen wird und die für diese zu übertragende Bewegung steif ist und nur bei stärkerer Beanspruchung (Überhub) als Feder wirksam ist.

12. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Teil des Hebels (1a), der das bewegbare Element (6) antreibt, ein mit dem bewegbaren Element verbundenes Gelenk (4) aufweist.

13. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das anzutreibende Element (6) der Schaft eines Ventils ist und daß der Schaft des Ventils biegsam ausgebildet ist.

14. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel (1, 1a) auf dem Schaft (36, 37) des Ventils lose aufliegt.

15. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel (1, 1a) über eine Rolle (31) oder dergleichen auf den Ventilschaft einwirkt.

16. Elektromagnetischer Antrieb einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel (1, 1a) über ein Gleitstück (33) auf den Ventilschaft (36, 37) einwirkt.

17. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel exzentrisch auf den Ventilschaft einwirkt.

18. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder

mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Magnetkerns (7, 8) und/oder des Ankers (17) kernorientiert ist.

19. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetkerne der Elektromagnete (7, 8) in Zonen (7a, 8a) mit Richtungsänderung der Joche einen größeren Querschnitt aufweisen.

20. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetkern der Magnete einstückig ausgebildet ist.

21. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens an einem Joch eines Magneten zur Polfläche hin eine Unterteilung des Jochs in wenigstens zwei Jochteile (7b) vorgesehen ist, und daß auf diesen Jochteilen jeweils wenigstens eine Spule, vorzugsweise jedoch zwei Spulen (13d, 13e), aufgebracht sind, und daß diese Spulen (13d, 13e) parallel geschaltet sind.

22. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens auf dem Joch des Schließmagneten (7) zusätzlich eine Spule (13c) aufgebracht ist, die zum Halten des Ventils in der entsprechenden Stellung dient.

23. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetkerne der Elektromagnete (7, 8) zwischen zwei Platten (13) des Gehäuses eingespannt und ausgerichtet sind.

24. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausrichtung der Joche zum Anker (17) die Magnete verdrehbar gelagert sind.

25. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (9, 10, 11) mit den Platten (13) des Gehäuses über die Joche in wärmeleitender Verbindung stehen.

26. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß zur Wärmeabfuhr Erhebungen bzw. Füllstücke (15) zwischen den Spulen (9, 11, 12) und den Jochen vorgesehen sind.

27. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß zur Wärmegabe Verrippungen vorgesehen sind.

28. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Justage der gesamte Antrieb um die Rohrachse oder eine weiter ab vom Anker gelegene Achse verdrehbar ist.

29. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Querschnitt gesehen die Pole (40) wenigstens eines der Elektromagnete (7, 8) gestuft (40a) ausgebildet sind und daß der Anker (42) im Querschnitt in diese Stufung passende Gegenstufungen (42a) aufweist.

30. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsmagnet des Auslaßventils eine derartige Stufung aufweist.

31. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Schließmagnet des Einlaßventils eine derartige Stufung aufweist.

32. Elektrischer Antrieb nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitstück (39) am Hebel (1c) drehbar in einer Welle (39a) gelagert ist.



33. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitstück mittels einer Kugel und einer Kugelkalotte am Hebel gelagert ist.

34. Elektromagnetischer Antrieb nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Haupthebel (70) zur Betätigung des Elements (z. B. des Ventilschafts 76) und ein den Anker darstellender oder ihn tragender, um einen Winkel gegenüber dem Haupthebel (70) verdreht angeordneter und mit dem Haupthebel verbundenen Nebenhebel (71) vorgesehen ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

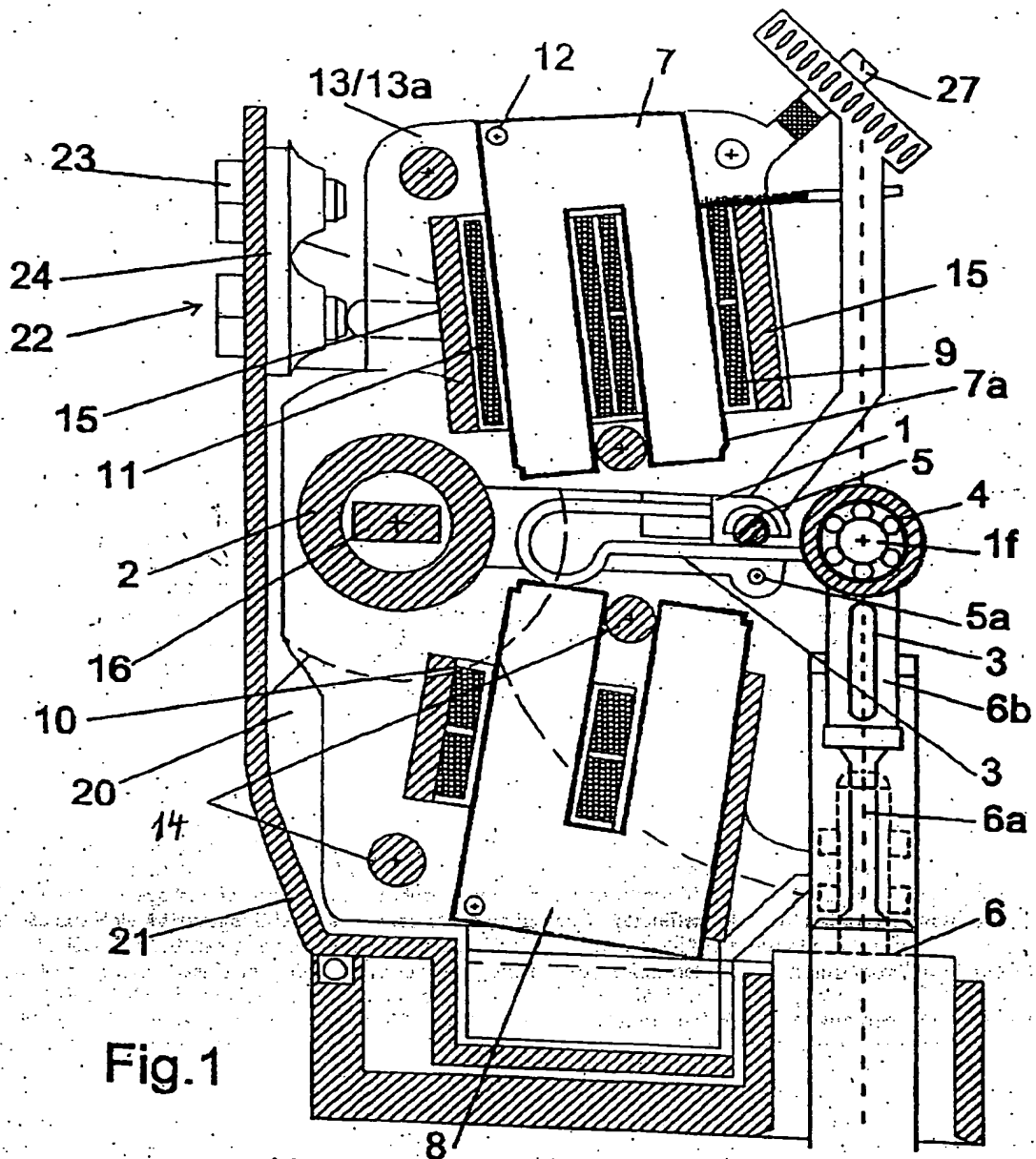


Fig.1

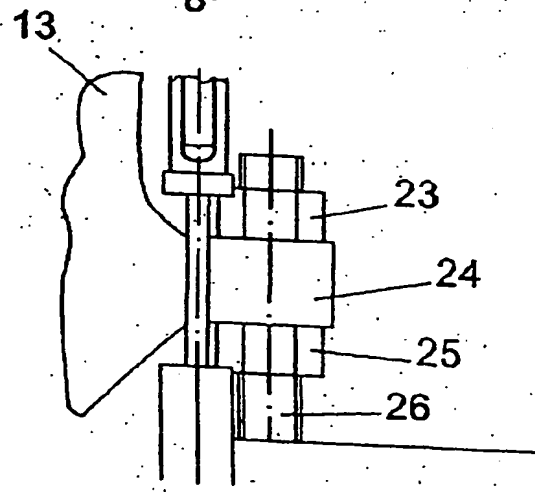


Fig.1a

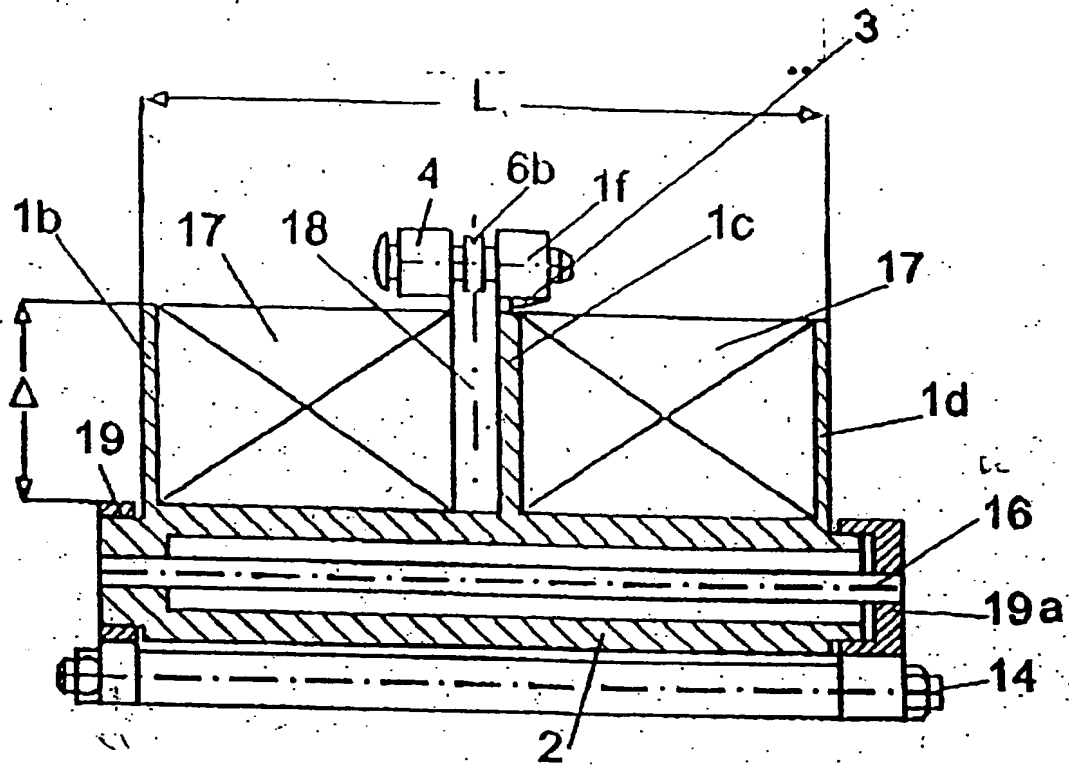


Fig. 2a

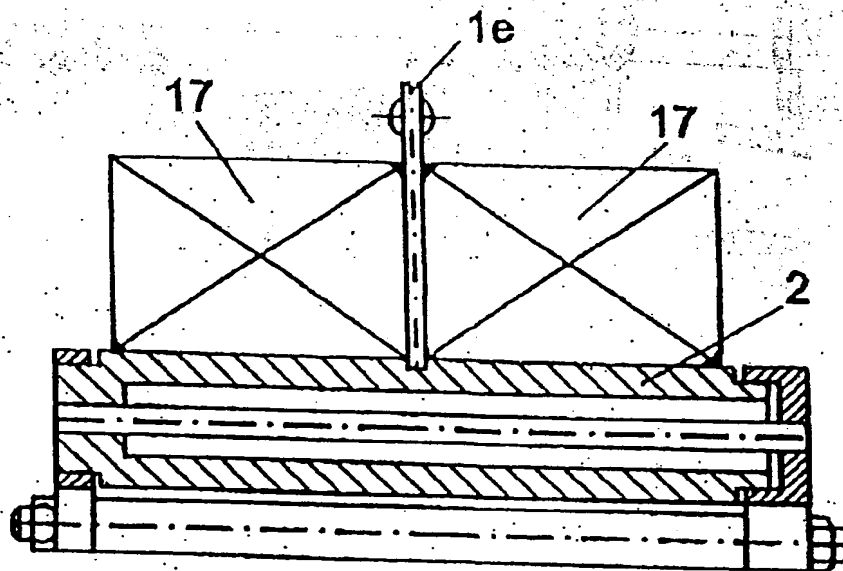
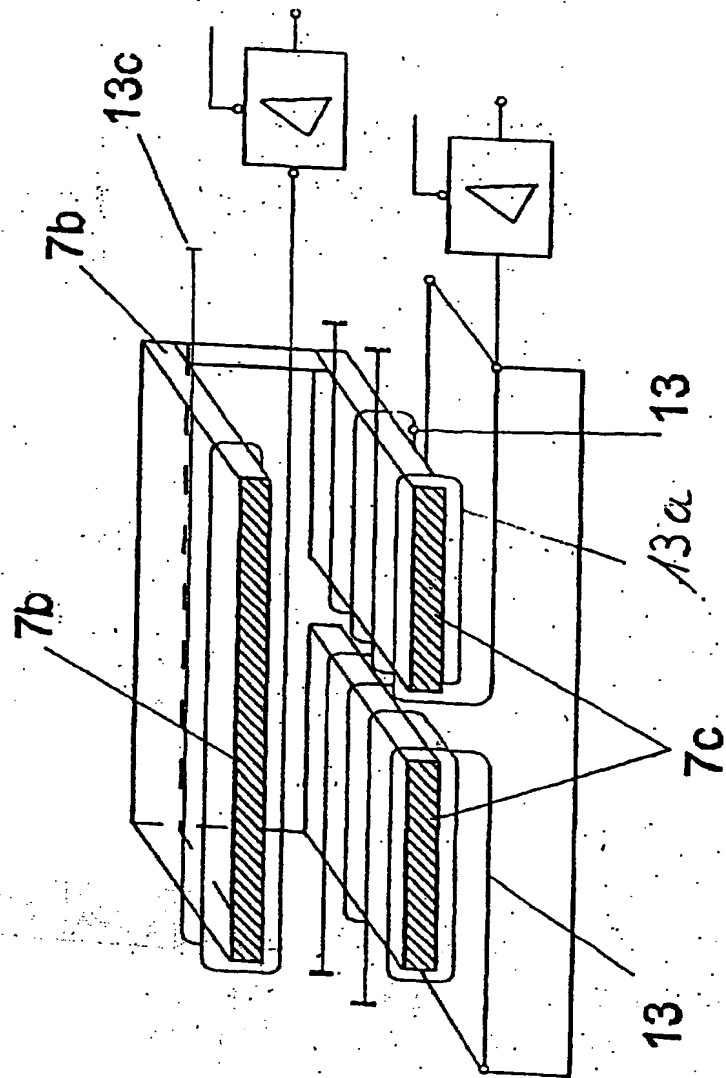


Fig. 2b



Fig.4



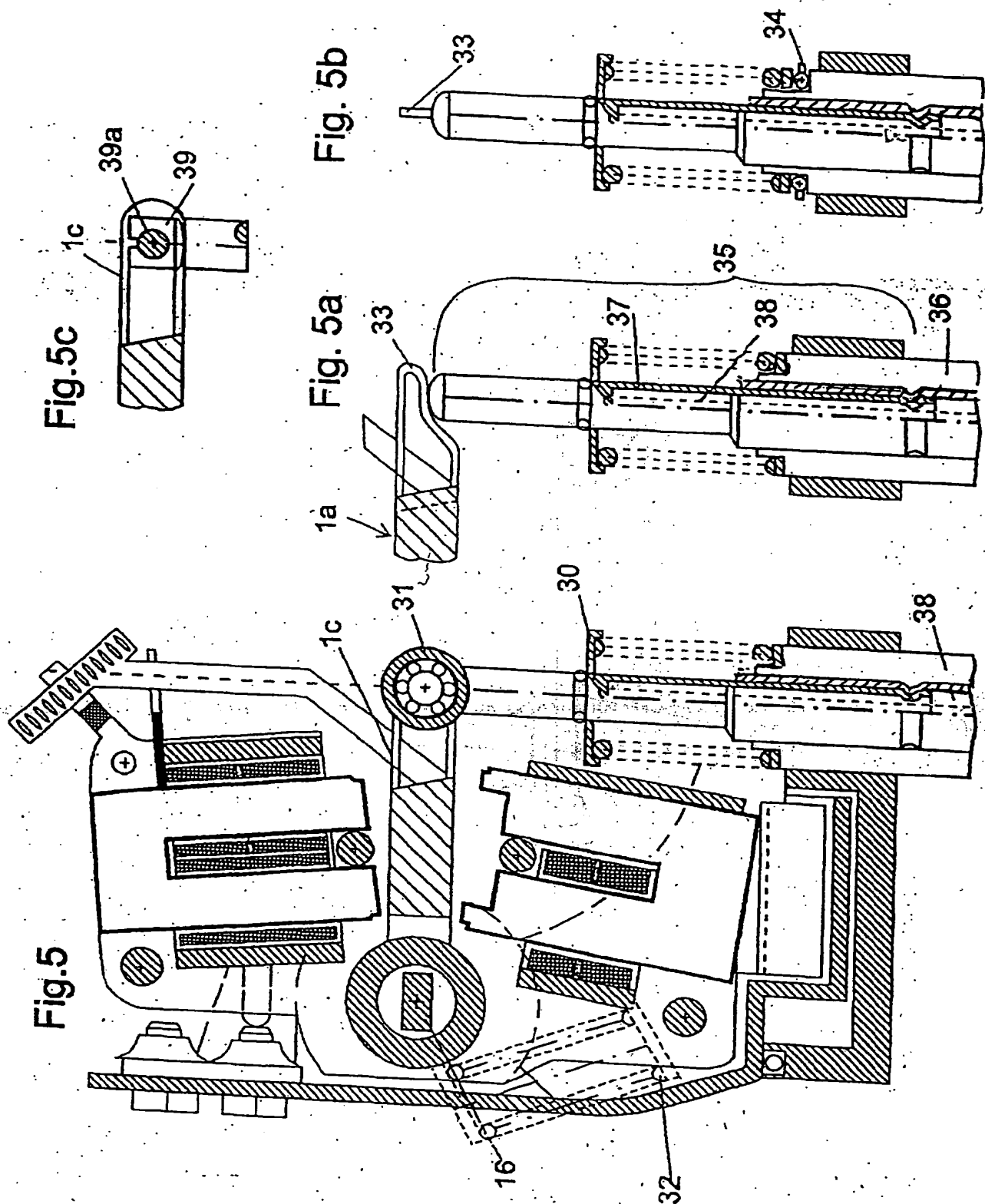


Fig.6

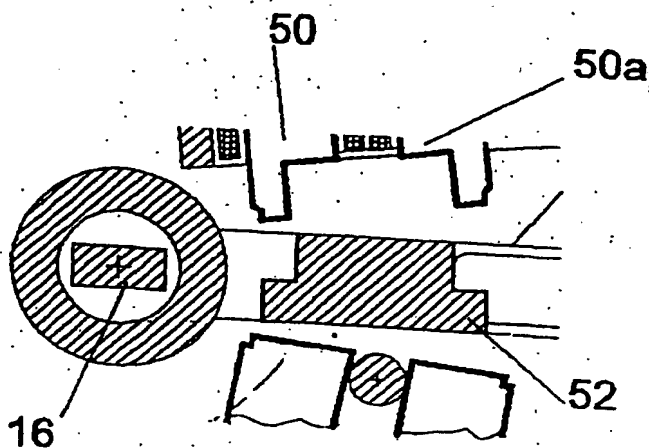
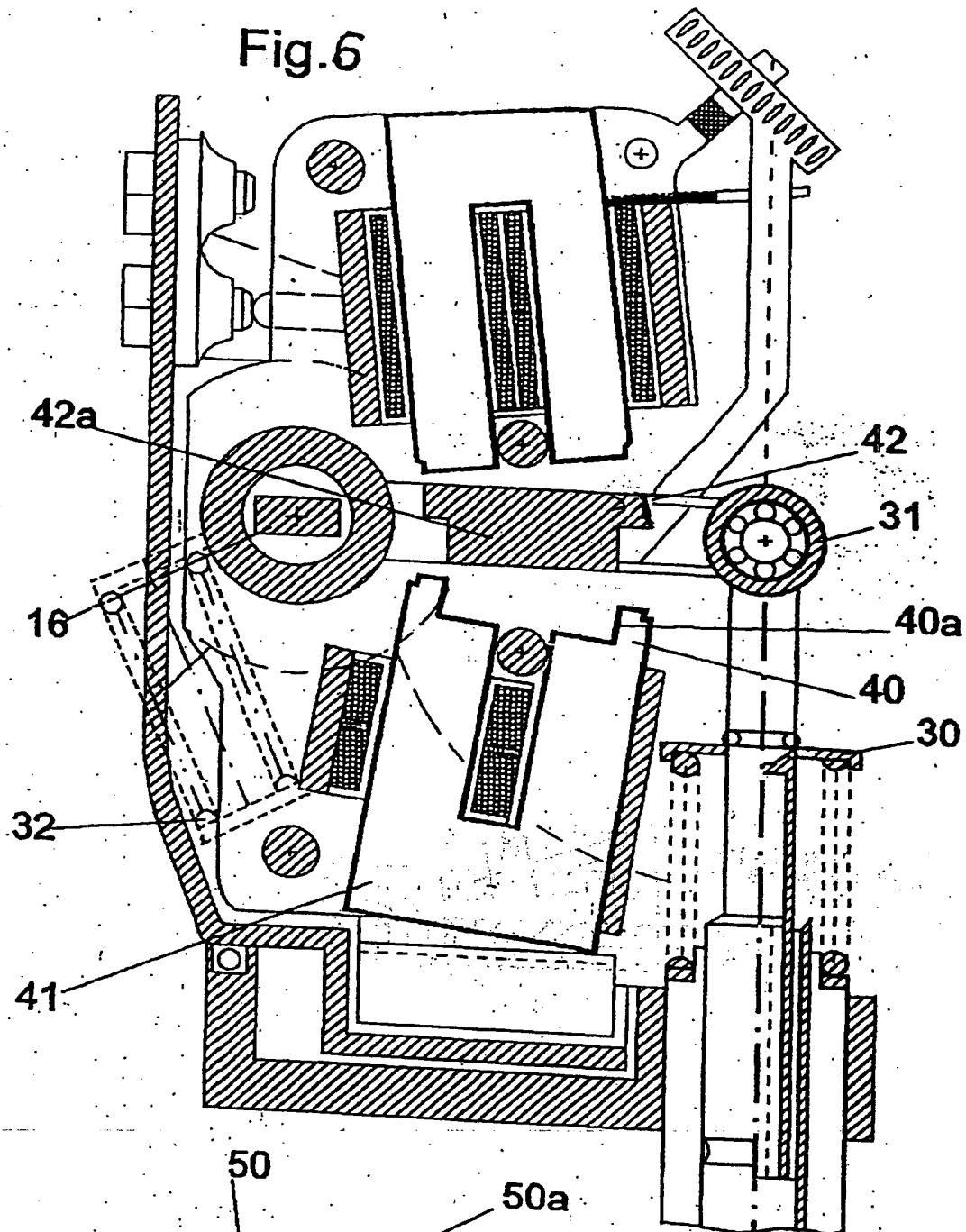


Fig.7



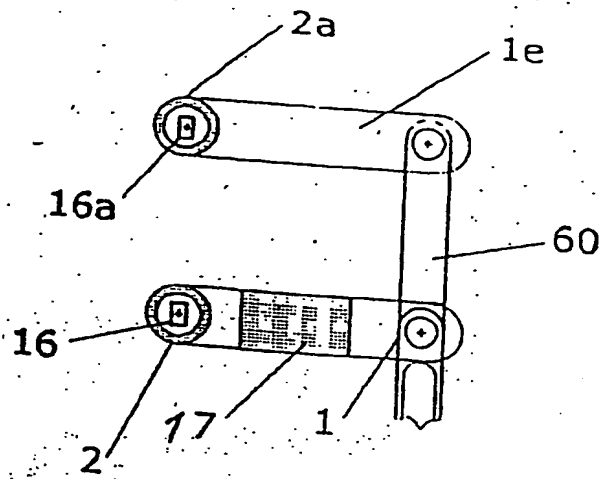


Fig. 8a

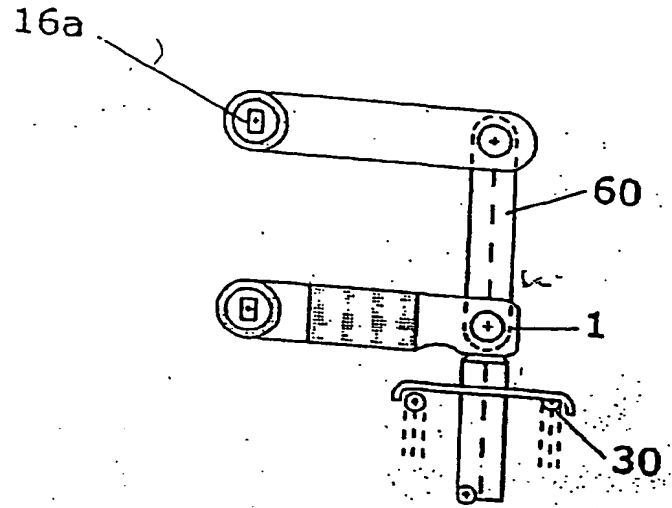


Fig. 8b

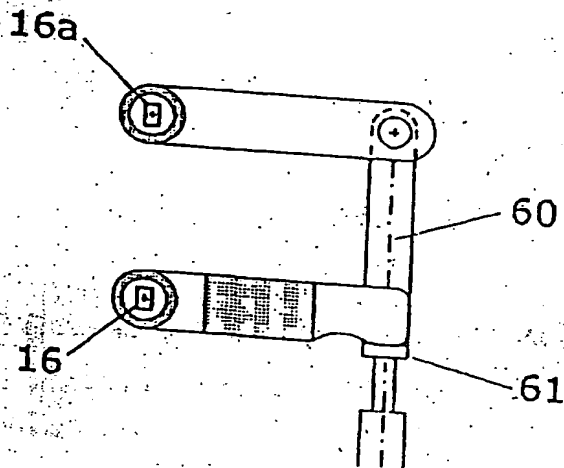


Fig. 8c

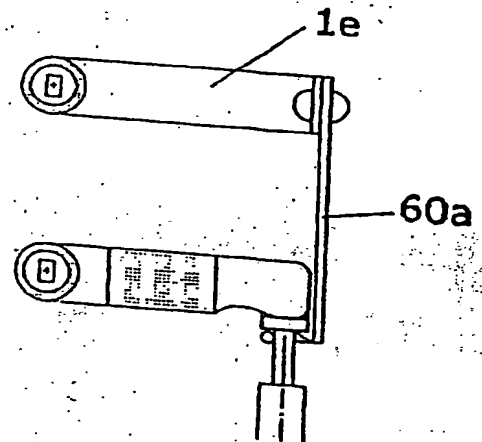


Fig. 8d

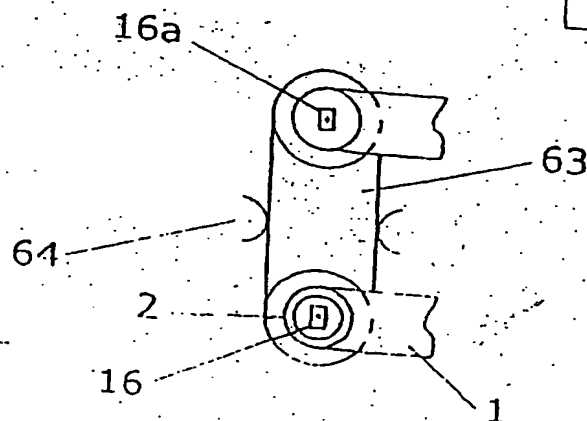
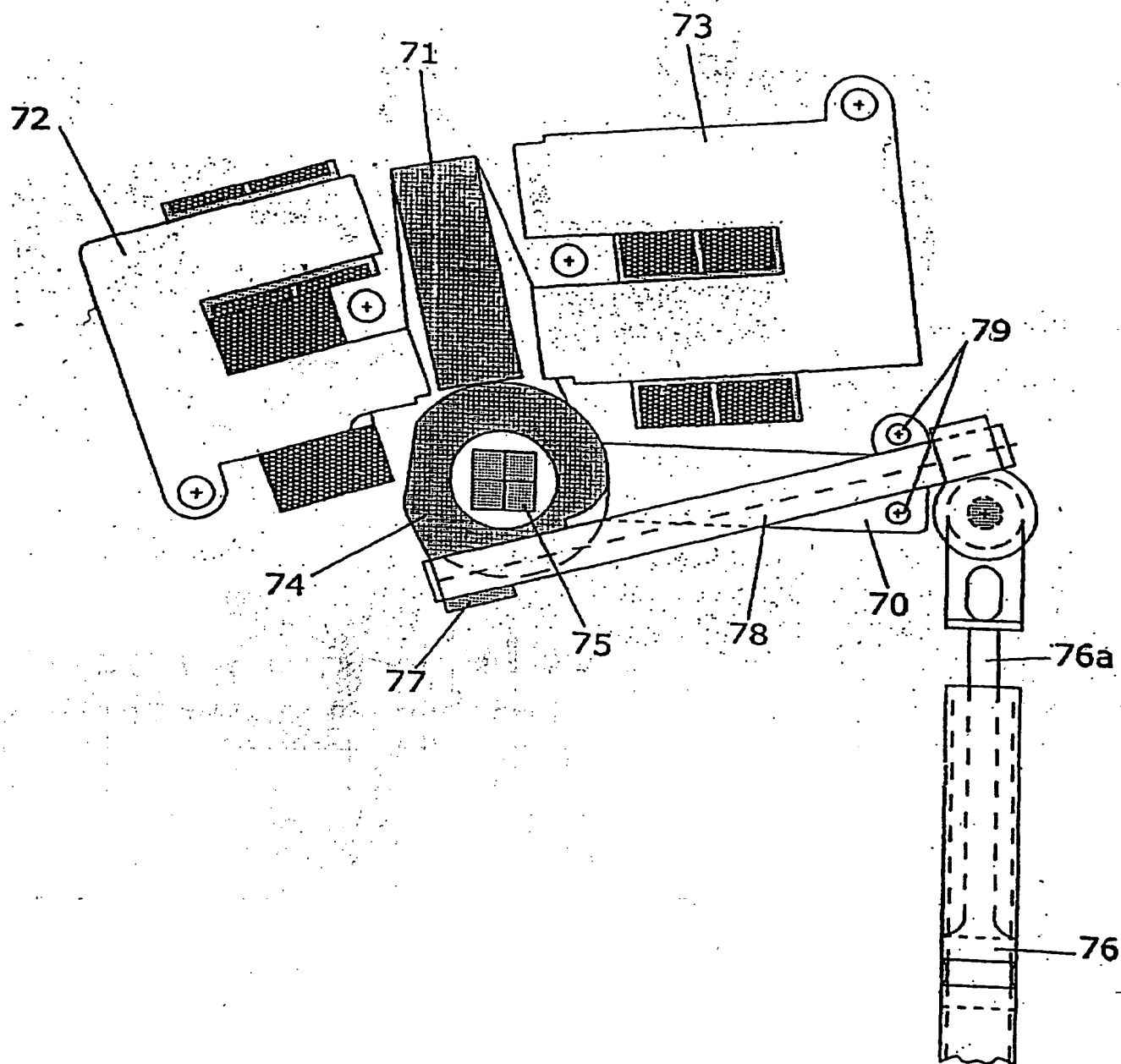


Fig. 8e

Fig. 9



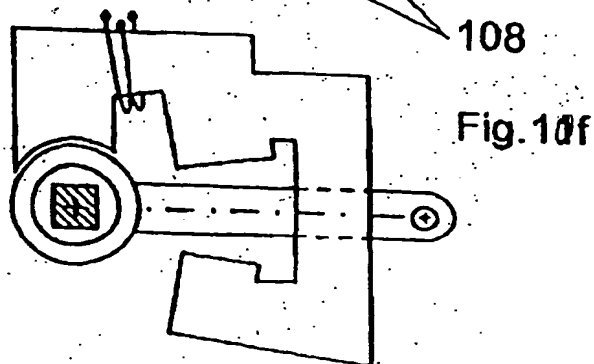
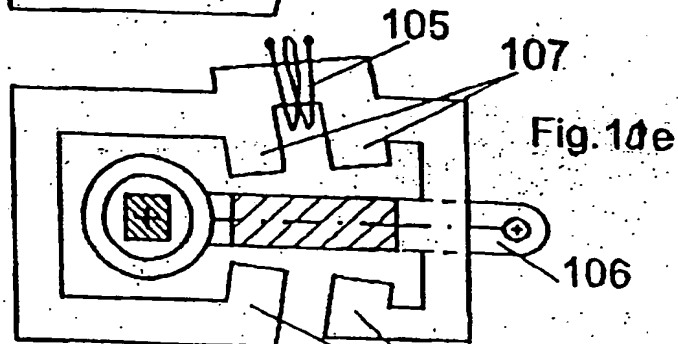
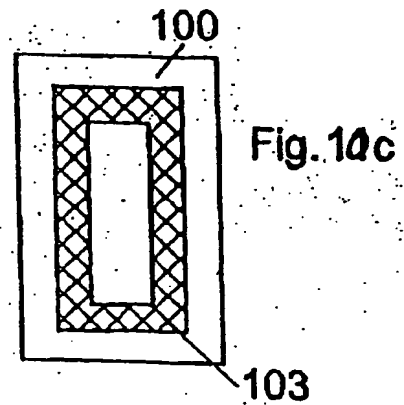
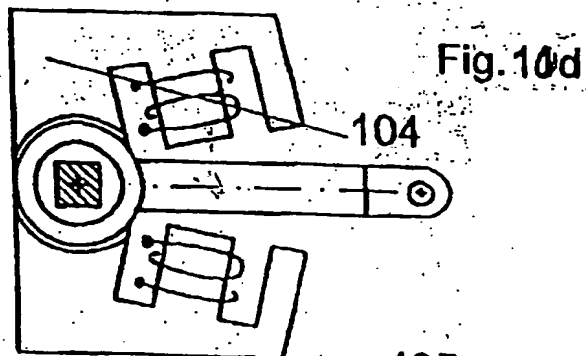
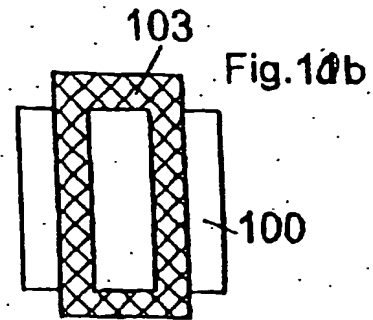
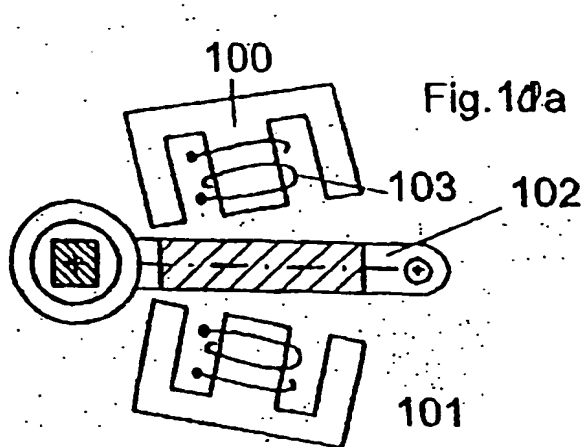
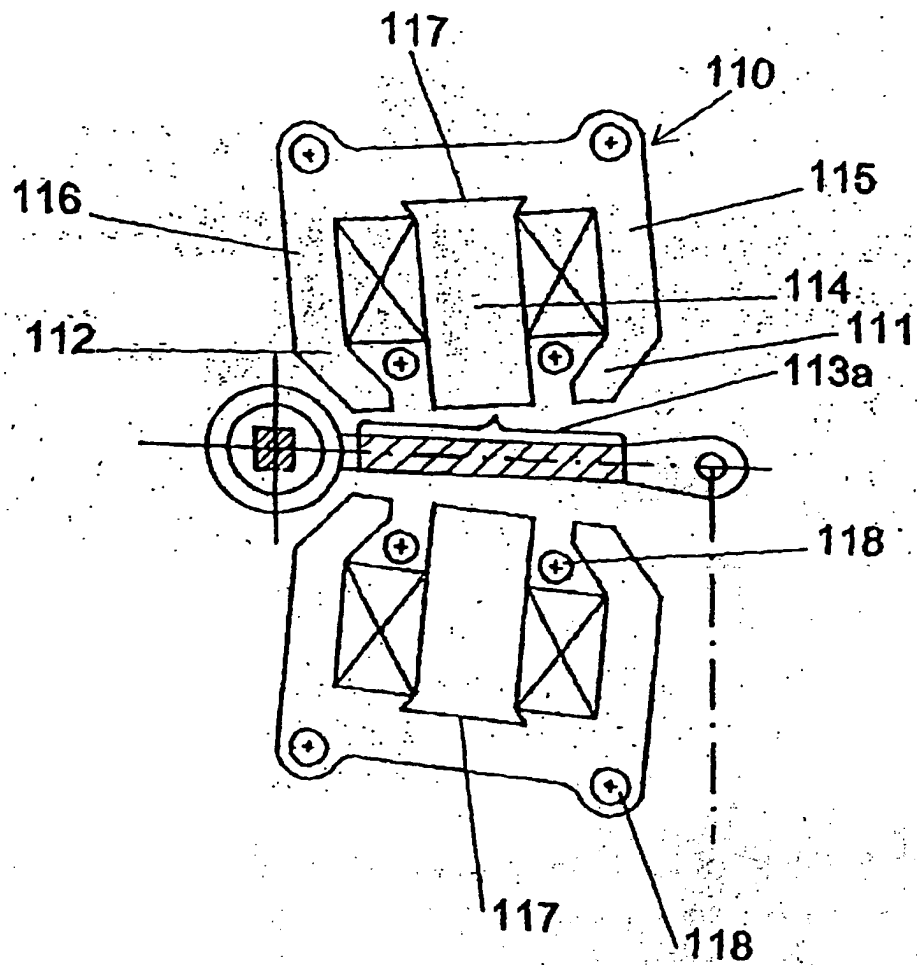


Fig. 10g



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**